

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-054874

(43)Date of publication of application : 22.02.2000

(51)Int.Cl.

F02D 19/08

F02M 37/00

(21)Application number : 10-225667

(71)Applicant : TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB
INC

(22)Date of filing : 10.08.1998

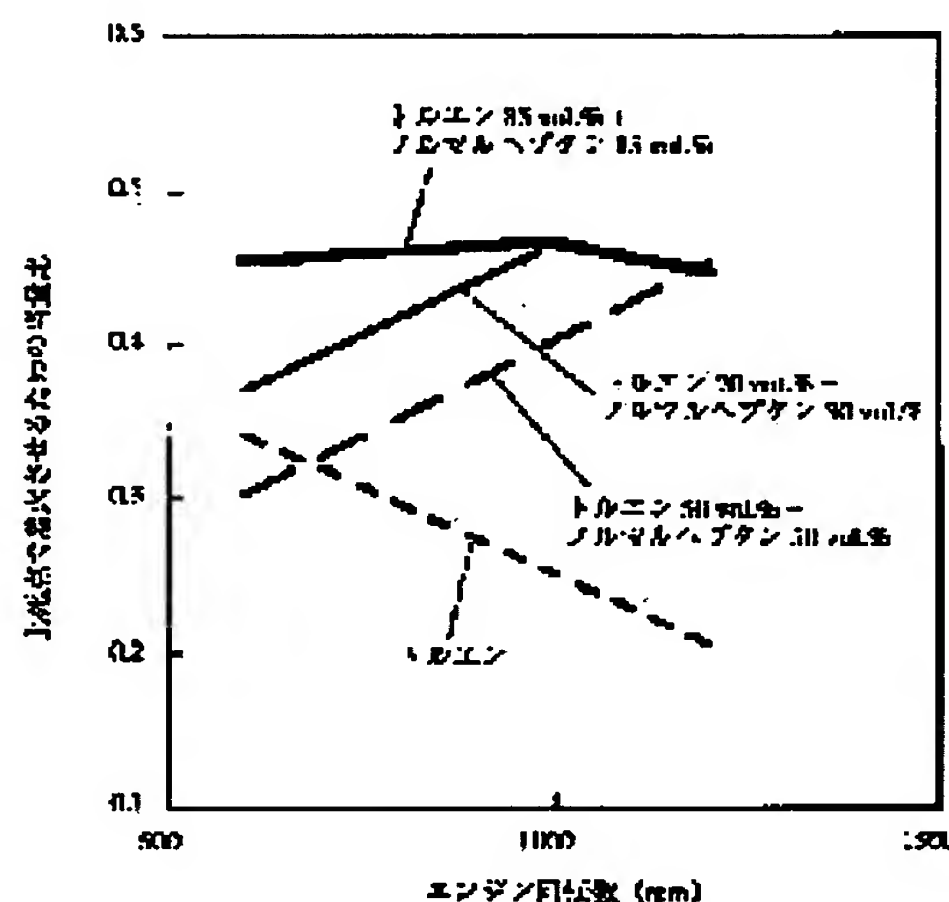
(72)Inventor : NAKANO MICHITAKA
MANDOKORO YOSHIYUKI
KUBO SHUICHI
YAMAZAKI SATORU

(54) FUEL FOR COMPRESSION IGNITION TYPE INTERNAL COMBUSTION ENGINE AND COMBUSTION METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To significantly suppress the fluctuation of ignition timing by controlling a combustible air-fuel mixture obtained by mixing 2-step igniting fuel with 1-step igniting fuel by use of the change of engine speed of a compression ignition type internal combustion engine and the temperature change of the air-fuel mixture within a combustion chamber.

SOLUTION: A 2-step igniting fuel using normal heptane having a condition for hardly shortening the self-ignition delay time to the temperature rise by compression within a combustion chamber is present is mixed with a 2-step igniting fuel using toluene having such a characteristic or almost ignorable of it to provide a combustible air-fuel mixture. The combustible air-fuel mixture is controlled by use of the change of the actual compression time by the change of engine speed of a compression ignition type internal combustion engine and the temperature change of the air-fuel mixture within the combustion chamber. Namely, toluene is mixed with normal heptane in a ratio of 85 vol.% to 15 vol.% to cause the ignition at a compression top dead center in a substantially constant equivalent ratio to the change of the engine speed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51)Int.Cl.⁷ 識別記号 FI テーマコード(参考)
F 0 2 D 19/08 F 0 2 D 19/08 A 3 G 0 9 2
F 0 2 M 37/00 3 4 1 F 0 2 M 37/00 3 4 1 Z

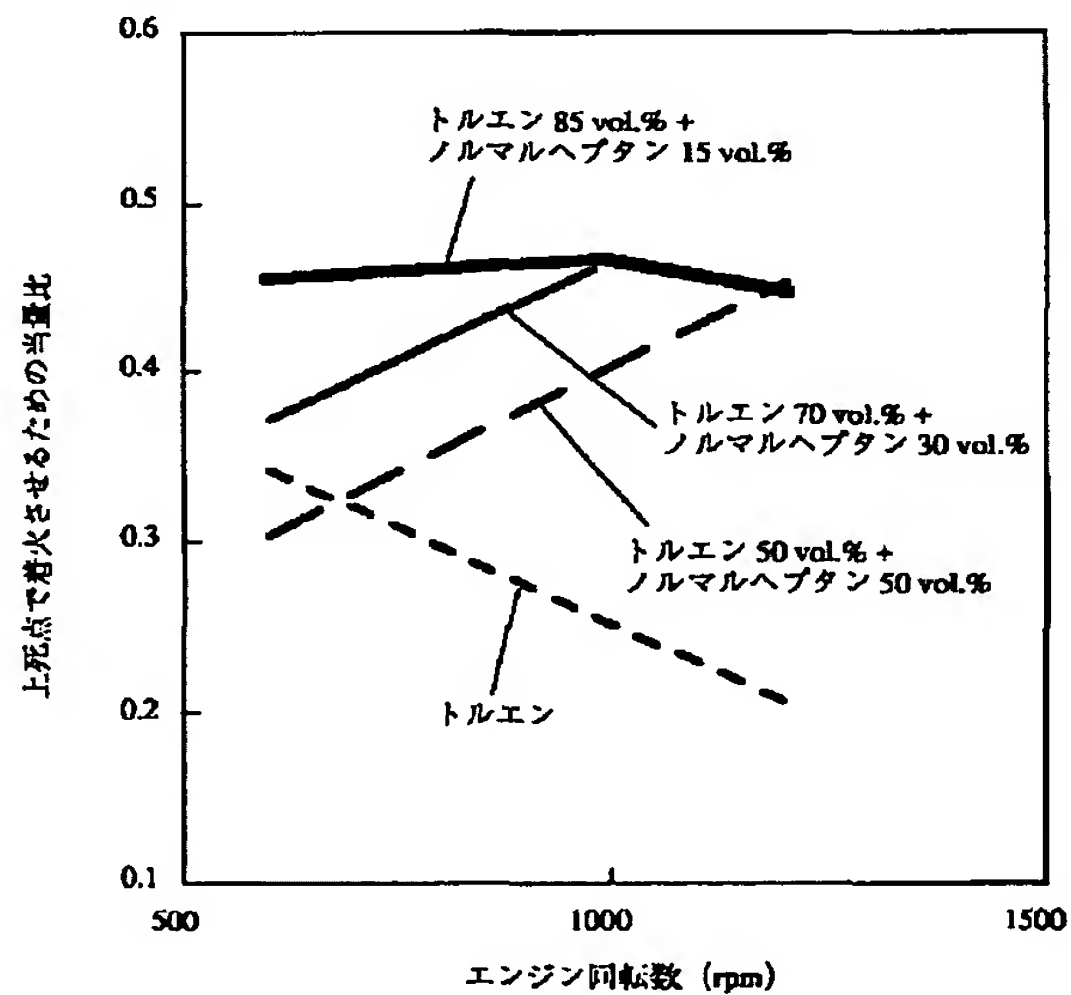
審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全 7 頁)

(21)出願番号	特願平10-225667	(71)出願人	000003609 株式会社豊田中央研究所 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地 地の1
(22)出願日	平成10年8月10日(1998.8.10)	(72)発明者	中野 道王 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地 地の1 株式会社豊田中央研究所内
		(72)発明者	政所 良行 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地 地の1 株式会社豊田中央研究所内
		(72)発明者	久保 修一 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番地 地の1 株式会社豊田中央研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧縮着火式内燃機関の燃料および燃焼方法

(57)【要約】
【課題】 燃焼室内で可燃混合気を圧縮して着火する圧縮着火式内燃機関において、円滑な運転を実現する燃料および燃焼方法を提供する。
【解決手段】 圧縮による温度上昇に対して自着火遅れ時間がほとんど短縮されない条件を具備する特性の二段着火燃料と、そのような特性を持たない、もしくはそれをほぼ無視できる条件を具備する特性の一段着火燃料の混合により得られ、自着火遅れ時間の特性を制御する混合燃料であり、また当該混合燃料からなる可燃混合気を、圧縮着火式内燃機関の回転数の変化による実圧縮時間の変化と燃焼室内の混合気の温度変化を利用することにより、回転数を変化させた場合の着火時期の変動を抑制し、適正時期に着火することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃焼室内で可燃混合気を圧縮して着火する圧縮着火式内燃機関の燃料であって、圧縮による温度上昇に対して自着火遅れ時間がほとんど短縮されない条件が存在する二段着火燃料と、そのような特性を持たない、もしくはそれをほぼ無視できる一段着火燃料の混合により得られ、自着火遅れ時間の特性を制御する混合燃料からなることを特徴とする圧縮着火式内燃機関の燃料。

【請求項2】 燃焼室内で可燃混合気を圧縮して着火する圧縮着火式内燃機関の燃焼方法であって、圧縮による温度上昇に対して自着火遅れ時間がほとんど短縮されない条件が存在する二段着火燃料と、そのような特性を持たない、もしくはそれをほぼ無視できる一段着火燃料の混合により得られた混合燃料からなる可燃混合気を、圧縮着火式内燃機関の回転数の変化による実圧縮時間の変化と燃焼室内の混合気の温度変化を利用することにより、回転数を変化させた場合の着火時期の変動を抑制し、適正時期に着火するようにしたことを特徴とする圧縮着火式内燃機関の燃焼方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、圧縮による可燃混合気の自着火を利用する内燃機関の燃料および燃焼方法に関する。

【0002】

【従来技術】内燃機関の燃料消費量の低減と窒素酸化物や粒子状物質の排出量低減を可能とする手法としては、燃料分子を事前に空気と十分に混合し、これを圧縮して着火を発生させることが有効である。しかし、これに類する手法を用いた内燃機関では、回転数や負荷に応じて着火時期が変動するという問題点があった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】内燃機関において、着火時期を最適に制御することが必要であることは周知の事実である。着火時期の制御方法としては、ガソリンを燃料とする多くのエンジンに用いられている火花点火方式や、ディーゼルエンジンに見られる燃料の噴射時期制御がある。火花点火式内燃機関もディーゼル機関も、これらの着火時期制御方法により幅広い運転条件（回転数、負荷など）に対して適切な着火時期を得ることができる。

【0004】燃料分子を事前に空気と十分に混合し、これを圧縮することで自着火を発生させる圧縮着火式内燃機関、もしくは燃料分子を事前に空気と十分に混合し圧縮自着火を何らかの着火誘発機構（グロープラグ、吸気温度制御装置など）の使用により発生させる圧縮着火式内燃機関においては、圧縮に伴う混合気の温度上昇によって着火を得るものであるため、その着火時期は該混合

火特性により大きく影響を受ける。

【0005】上記の該混合気が経験する温度条件とは、絶対温度の時間変化であり、クランク角度に対する温度変化が等しい場合でも、回転数が異なれば絶対温度の時間変化は異なる。回転数が高いほど、該混合気が高温である時間が短くなる。前記の該混合気の組成とは、燃料組成、吸入空気量、供給燃料量、残留ガスや排気ガス再循環装置などによりシリンダ内に供給される既燃ガスにより決定されるものである。内燃機関において、回転数と供給燃料量は、運転条件の変化に応じて変化させる重要な制御対象であるが、上述のように、該圧縮着火式内燃機関においては、着火時期を変動させる原因ともなり、円滑な運転の妨げとなる。これについて、以下に図を用いて具体的に説明する。

【0006】図1は、事前に燃料を十分に混合した希薄混合気、すなわち理論混合比より薄い混合気をピストンによる圧縮だけで自着火させる内燃機関の一例を示すものである。単筒エンジン本体1は、冷却水ユニット2により冷却され、潤滑油は潤滑ユニット3により循環供給される。燃料タンク4の燃料は燃料ポンプ5によって圧送され燃料ホース6を通じて燃料デリバリパイプ7に到達する。燃料デリバリパイプ内の燃料はインジェクタ8により予混合装置9内に噴射される。予混合装置の底部はヒータ10により加熱され、インジェクタから噴射された燃料の蒸発を促進する。

【0007】予混合装置内では、インジェクタから噴射された燃料と空気導入管路11から流入する空気が十分に混合され、可燃混合気として吸気管12に供給される。該吸気管は、外壁をヒータで覆われており、これによる管壁加熱によって管壁への燃料液滴の付着防止を図っている。該吸気管内の該可燃混合気は、吸気ポート13を通じて該単筒エンジンのシリンダへ供給される。該シリンダ内の該可燃混合気は、ピストンによる圧縮を受け自着火を発生する。既燃ガスは、排気管14から排気される。圧力センサ15によって計測された該シリンダ内の圧力値は、自着火時期の判定に用いられる。表1に事前に燃料を十分に混合した混合気をピストンによる圧縮だけで自着火させる内燃機関（単筒エンジン）の諸元を示す。

【表1】

排 気 量		460cc	
燃焼室形状		過流室式	
吸・排気バルブ数		各1個	
ボア×ストローク		83×85	
圧 縮 比		9.1～50.7	
タイ ミ ン グ バ ル ブ	吸気	開き	7 deg BTDC
		閉じ	39 deg ABDC
	排気	開き	56 deg BBDC
		閉じ	5 deg ATDC

【0008】図2に、上記単筒エンジンによる各種燃料

に対する着火特性の例を示す。圧縮上死点で自着火を発生させるための当量比は回転数に対して異なり、回転数が高くなると1サイクル当たりの燃料供給量を増加させなければならない。この傾向はガソリンだけでなくイソオクタンとノルマルヘプタンの混合燃料でも同様である。また、化学反応モデルを使用してノルマルブタンを*

混合気	n-butane (RON=94) - 空気
圧縮開始圧力	0.1013MPa (1atm)
ボア×ストローク	50mm × 100mm
コンロッド長さ	150mm
シリンダ壁温度	400K

【0009】本発明で解決しようとする課題は、従来の市販混合燃料（ガソリン、軽油、JET燃料など）の有する上記特性、すなわち該圧縮着火式内燃機関において回転数の変動とともに適切な着火時期を得ることができる当量比が変化するという特性を改善し、回転数の変化により生じる着火時期の変動を大幅に抑制することを可能とする燃料構成と当該燃料による燃焼方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の圧縮着火式内燃機関の燃料は、燃焼室内で可燃混合気を圧縮して着火する圧縮着火式内燃機関の燃料であって、圧縮による温度上昇に対して自着火遅れ時間がほとんど短縮されない条件が存在する二段着火燃料と、そのような特性を持たない、もしくはそれをほぼ無視できる一段着火燃料の混合により得られ、自着火遅れ時間の特性を制御する混合燃料からなることを特徴とする。

【0011】また、本発明の圧縮着火式内燃機関の燃焼方法は、燃焼室内で可燃混合気を圧縮して着火する圧縮着火式内燃機関の燃焼方法であって、圧縮による温度上昇に対して自着火遅れ時間がほとんど短縮されない条件が存在する二段着火燃料と、そのような特性を持たない、もしくはそれをほぼ無視できる一段着火燃料の混合により得られた混合燃料からなる可燃混合気を、圧縮着火式内燃機関の回転数の変化による実圧縮時間の変化と燃焼室内の混合気の温度変化を利用することにより、回転数を変化させた場合の着火時期の変動を抑制し、適正時期に着火するようにしたことを特徴とする。

【0012】前記のように、該圧縮着火式内燃機関において、回転数の増大とともに適切な着火時期を得るためには一サイクル当たりの燃料供給量を増加させる必要がある。この原因は、混合気の温度に対する自着火特性と、回転数に伴う混合気温度の変化によって説明される。図3に、イソオクタンとノルマルヘプタンに関する温度に対する自着火特性を示す。これは、一定の温度圧力下における自着火遅れ時間を示すもので、800～900K付近を中心とする温度領域において、温度が上昇しても自着火遅れ時間がほとんど変わらない温度条件が存在する。これは、低温酸化反応機構により形成される

* 燃料とした場合の数値シミュレーションにおいても同様の傾向が得られている。表2に、上記図2で示されたノルマルブタンに関する数値シミュレーションの計算条件を示す。

【表2】

もので、炭素数の多い飽和炭化水素などに見られる。一方、内燃機関の圧縮行程における混合気の温度は、回転数の増大とともに上昇する傾向にあり、これはシリンダ壁温の上昇、圧縮漏れの減少などにより生じる。

【0013】回転数の増大が混合気の温度を上昇させても、前記図3に示したように、温度上昇が自着火遅れ時間の短縮に効果的でない条件では、回転数の増大によるクランク角度当たりの時間短縮のために自着火が間に合わず、着火の遅延や失火を誘発する。そのため、着火時期を圧縮上死点付近の適切な時期に維持するためには、一サイクル当たりの燃料供給量を増加させ、当量比を濃くすることで得られる自着火遅れ時間の短縮に頼らなければならない。

【0014】回転数が低下した場合には、混合気温度が低下しても自着火遅れ時間はさほど長くなりながらも、早期着火や打音の発生を招く。ガソリン、軽油、JET燃料などの多くの市販燃料は、飽和炭化水素を主成分としているために、基本的に上記のような自着火特性を有している。本発明は、温度に対する自着火遅れ時間の変化の傾向が異なる複数の燃料組成の混合により、前記課題を解決するものである。図3に示した温度に対する自着火遅れ時間の特性は、前記のように飽和炭化水素などに見られるもので、低温酸化反応の進行と縮退及び高温反応の進行という二段着火機構により発現する。ここでは、このような特性を有する燃料を二段着火燃料と呼ぶ。

【0015】一方、上記の二段着火機構によらず反応が進行する、もしくは二段着火機構の影響をほぼ無視できる燃料を、ここでは一段着火燃料と呼ぶ。図4に、該一段着火燃料の例としてトルエンを、該二段着火燃料の例としてノルマルヘプタンを用い、自着火による温度上昇過程の違いを示す。初期温度を800Kとした条件で該二段着火燃料に該当するノルマルヘプタンは、自着火の熱発生過程において、まず一段目として100K程の温度上昇を発生した後に温度上昇が緩慢になり、その後に二段目の温度上昇が続く。これが二段着火燃料の特徴である。一方、該一段着火燃料に該当するトルエンは、上記ノルマルヘプタンの場合と同一条件において、自着火過程で温度上昇が緩慢になることはなく、一段着火であ

ることが示されている。

【0016】図5に、該一段着火燃料の例としてトルエンを、該二段着火燃料の例としてノルマルヘプタンを用い、温度に対する自着火遅れ時間の特性を示す。該二段着火燃料には温度が上昇しても自着火遅れ時間がほとんど短縮されない条件が存在する。このために該圧縮着火式内燃機関において回転数が増大しシリンダ内の混合気温度が上昇した場合に自着火遅れ時間が十分に短縮されず、結果として着火の遅延や失火に至る。しかし、該一段着火燃料は温度の上昇とともに自着火遅れ時間が短縮されるため、該圧縮着火式内燃機関において回転数が増大しシリンダ内の混合気温度が上昇した場合には自着火遅れ時間が短縮され、着火の遅延や失火を抑制する効果を有する。該圧縮着火式内燃機関における回転数に対する着火時期の変動を抑制するためには、上記の自着火遅れ時間の特性に着目して該一段着火燃料と該二段着火燃料を適切に混合することで達成される。

【0017】

【作用】本発明の圧縮着火式内燃機関の燃料は、温度が上昇しても自着火遅れ時間がほとんど短縮されない条件が存在する該二段着火燃料と、そのような特性を持たない、もしくはそれをほぼ無視できる該一段着火燃料を混合することで、温度に対する自着火遅れ時間の特性を混合された個々の燃料組成の自着火遅れ時間の特性の範囲で任意に変化させることが可能である。

【0018】また、本発明の圧縮着火式内燃機関の燃焼方法は、前記適切な混合燃料により、該圧縮着火式内燃機関の回転数の変化とこれに伴うシリンダ内混合気の温度変化を利用して、回転数を変化させた場合の着火時期の変動を抑制できる。

【0019】

【発明の効果】本発明による該一段着火燃料と該二段着火燃料の混合による燃料を、燃料分子を事前に空気と十分に混合し、これを圧縮することで自着火を発生させる圧縮着火式内燃機関、もしくは燃料分子を事前に空気と十分に混合し圧縮自着火を何らかの着火誘発機構（グローブラグ、吸気温度制御装置など）の使用により発生させる圧縮着火式内燃機関に使用した場合、回転数の変化に対するシリンダ内混合気の温度変化を利用して、回転数の変化に対して早期着火や失火などを抑制し、圧縮上死点付近での適切な着火を維持できるため、円滑な運転を可能とする。

【0020】

【発明の実施の形態】

【第1実施形態】第1実施形態では、該一段着火燃料としてトルエンを、該二段着火燃料としてノルマルヘプタンを採用する。図6は、図1に示した事前に燃料を十分に混合した希薄混合気、すなわち理論混合比より薄い混合気をピストンによる圧縮だけで自着火させる圧縮自着火式内燃機関を用いた場合の圧縮上死点で着火させるた

めに必要な当量比を示す。前記のように、ノルマルヘプタンは該二段着火燃料であるために該圧縮自着火式内燃機関の回転数増大とともに当量比を濃くしなければ適切な着火時期を維持できない。一方、トルエンは該一段着火燃料であるために、図6に示すように該圧縮自着火式内燃機関の回転数が増大した場合、シリンダ内の混合気温度の上昇を強く受け、当量比を希薄にしなければ早期着火を来たす。

【0021】これら二種類の燃料を混合することで、該圧縮自着火式内燃機関の回転数の変化に対しても当量比をほとんど変化させることなく適切な着火時期を維持できる混合比が存在する。図6において、トルエンを50 vol. %、ノルマルヘプタンを50 vol. %の割合で混合した燃料では、依然として回転数の増大に対して当量比を濃くしなければならない傾向を有する。そのために該一段着火燃料の影響を高める必要がある。

【0022】図4において、トルエンを85 vol. %、ノルマルヘプタンを15 vol. %の割合で混合した場合には、回転数の変化に対して、ほぼ一定の当量比で圧縮上死点での着火が発生する。すなわち、トルエンという該一段着火燃料とノルマルヘプタンという該二段着火燃料を適切に混合した結果、回転数の変化に対するシリンダ内混合気の温度変化を利用して、回転数の変化に対して早期着火や失火などを抑制し、圧縮上死点付近での適切な着火を維持できる燃料が構成されたことを示すものである。

【0023】

【第2実施形態】本第2実施形態では、常温大気圧下で気体である燃料でも本発明が有効であることを示す。天然ガスの主成分であるメタンは、該一段着火燃料である。図5に、図1に示した事前に燃料を十分に混合した希薄混合気、すなわち理論混合比より薄い混合気をピストンによる圧縮だけで自着火させる圧縮自着火式内燃機関を用いた場合の圧縮上死点で着火させるために必要な当量比を示す。図5より、メタンは前記トルエンと同様に、回転数を増大させた場合には圧縮上死点で着火させるために当量比を希薄にする必要がある。

【0024】一方、常温大気圧で気体である燃料で該二段着火燃料に該当する物質としてはノルマルブタンやイソブタンなどが考えられる。そこで、天然ガスの組成（例えば、メタン91.3 mol %、エタン5.0 mol %、プロパン1.8 mol %、炭素数4以上の炭化水素1.0 mol %、その他0.9 mol %）を基本として、ノルマルブタンとイソブタンを相対的に増加させることで、前記第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0025】ここでは、混合ガス組成として、メタン87.3 mol %、エタン7.9 mol %、プロパン1.9 mol %、ノルマルブタン1.9 mol %、イソブタン1.0 mol %、とした。その結果、図5に示すように、メタンを使用した際に見られた回転数を増大させた

場合に圧縮上死点で着火させる当量比が希薄になる傾向が大幅に改善されていることがわかる。なお、該混合ガス及び天然ガスの組成のなかで、エタンは該一段着火燃料に該当し、プロパンは該二段着火燃料に該当する。

【0026】この実施例によって、常温大気圧で気体である燃料でも該一段着火燃料と該二段着火燃料を適切に混合することで、回転数の変化に対するシリンダ内混合気の温度変化を利用して、回転数の変化に対して早期着火や失火などを抑制し、圧縮上死点付近での適切な着火を維持できる燃料が構成できることが示された。

【0027】なお、本発明は、前記の実施形態にのみ拘束されるものではなく、該一段着火燃料と該二段着火燃料の適切な組み合わせによるその他の燃料構成であっても、本発明の意図する効果を創出することができる。また、該一段着火燃料及び該二段着火燃料に該当する物質としては、炭化水素燃料にとどまらずジメチルエーテルなどの含酸素化合物や窒素原子を含む分子も包含される。

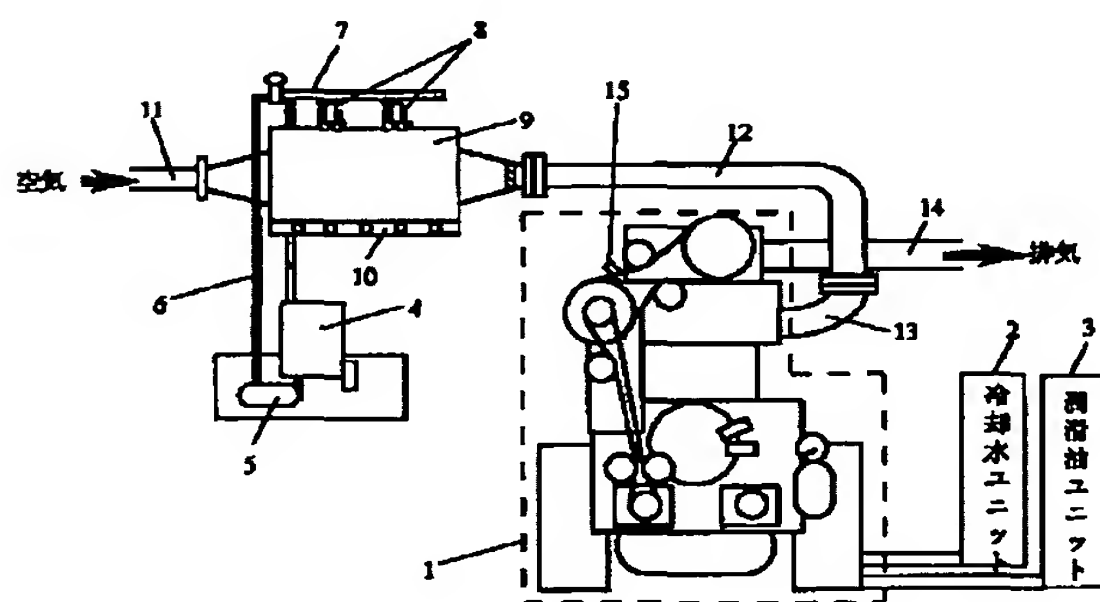
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実証に供された、事前に燃料を十分に混合した混合気をピストンによる圧縮だけで自着火させる内燃機関の構成を説明するための説明図である。

【図2】機関を用いて、回転数と上死点着火を得るために必要な当量比の関係を示す線図、及び素反応モデルを用いて数値シミュレーションされたノルマルブタンに対する同関係を示す線図である。

【図3】イソオクタンとノルマルヘプタンについて、初*

【図1】



*期圧力2 MPa、当量比1.0のもとで素反応モデルを用いた定容燃焼計算を行って得られた初期温度と自着火遅れ時間の関係を示す線図である。

【図4】ノルマルヘプタンとトルエンについて、初期圧力2 MPa、当量比1.0のもとで素反応モデルを用いた定容燃焼計算を行って得られた自着火過程のガス温度変化を示す線図である。

【図5】ノルマルヘプタンとトルエンについて、初期圧力2 MPa、当量比1.0のもとで素反応モデルを用いた定容燃焼計算を行って得られた初期温度と自着火遅れ時間の関係を示す線図である。

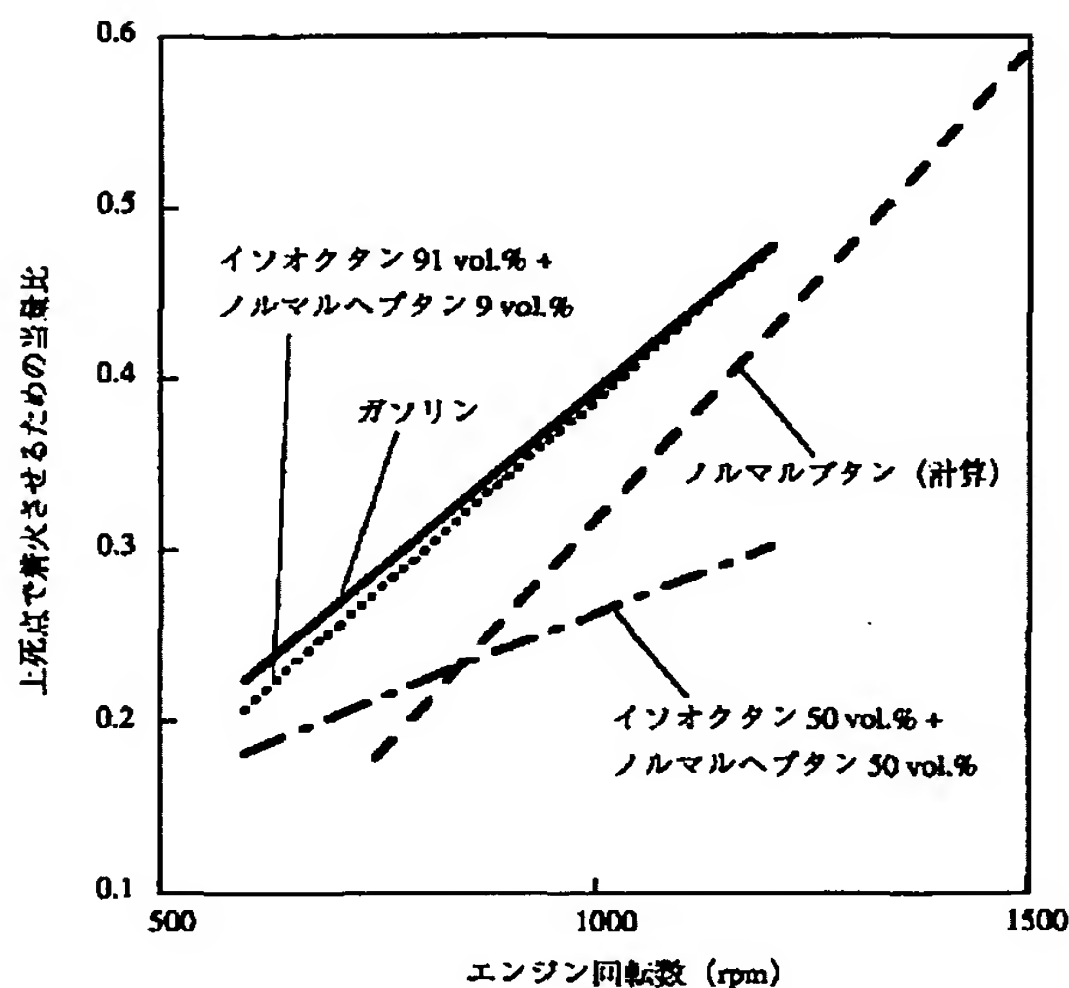
【図6】本発明の第1実施形態におけるノルマルヘプタンとトルエンの混合燃料について、図1で示された内燃機関を用いて、回転数と上死点着火を得るために必要な当量比の関係を示す線図である。

【図7】本発明の第2実施形態におけるメタンと二段着火燃料の混合燃料について、図1で示された内燃機関を用いて、回転数と上死点着火を得るために必要な当量比の関係を示す線図である。

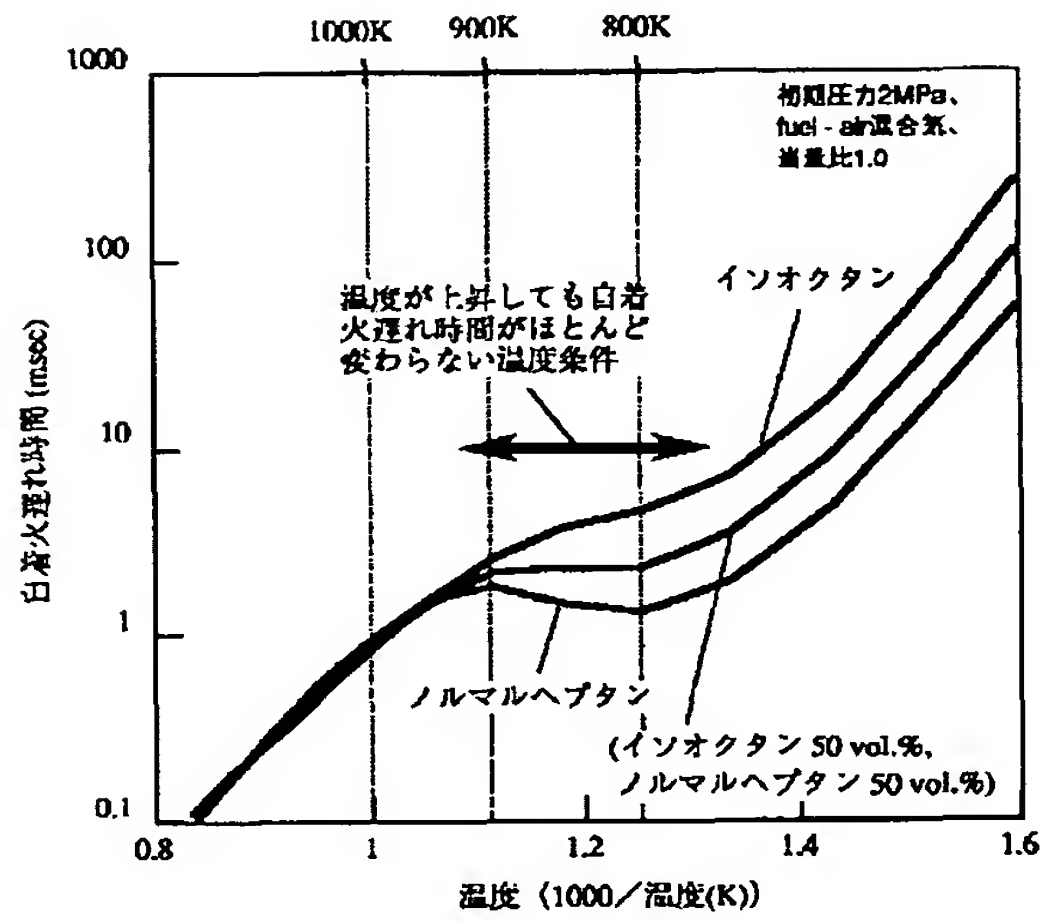
【符号の説明】

1・・・エンジン本体、2・・・冷却水ユニット、3・・・潤滑ユニット、4・・・燃料タンク、5・・・燃料ポンプ、6・・・燃料ホース、7・・・燃料デリバリパイプ、8・・・インジェクタ9・・・予混合装置、10・・・ヒータ、11・・・空気導入管路、12・・・吸気管、13・・・吸気ポート、14・・・排気管、15・・・圧力センサ

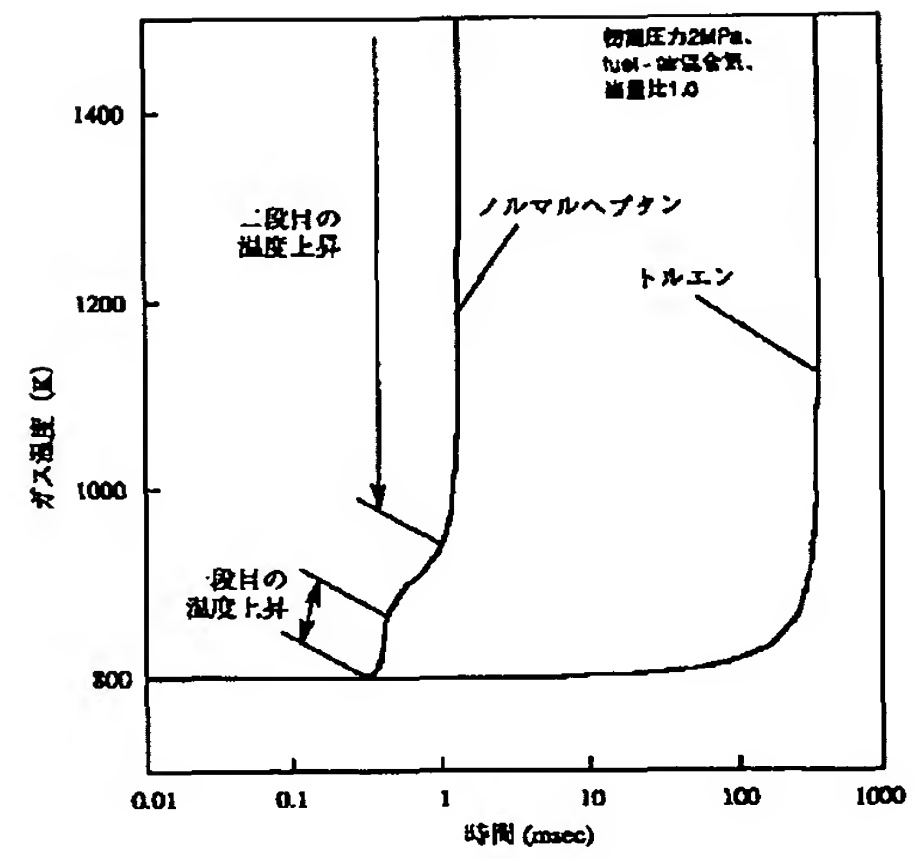
【図2】



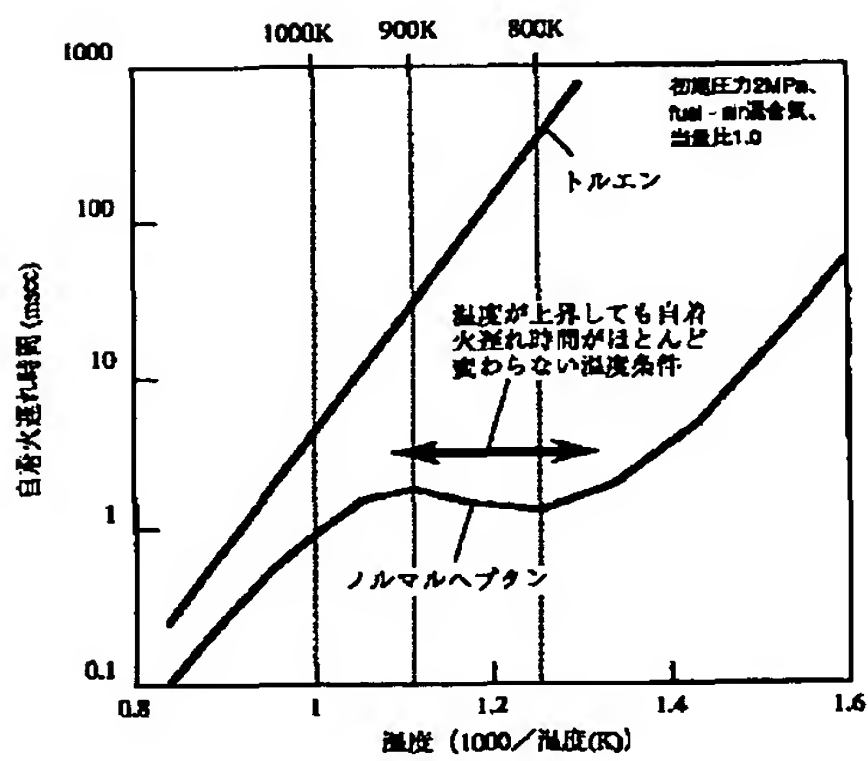
【図3】



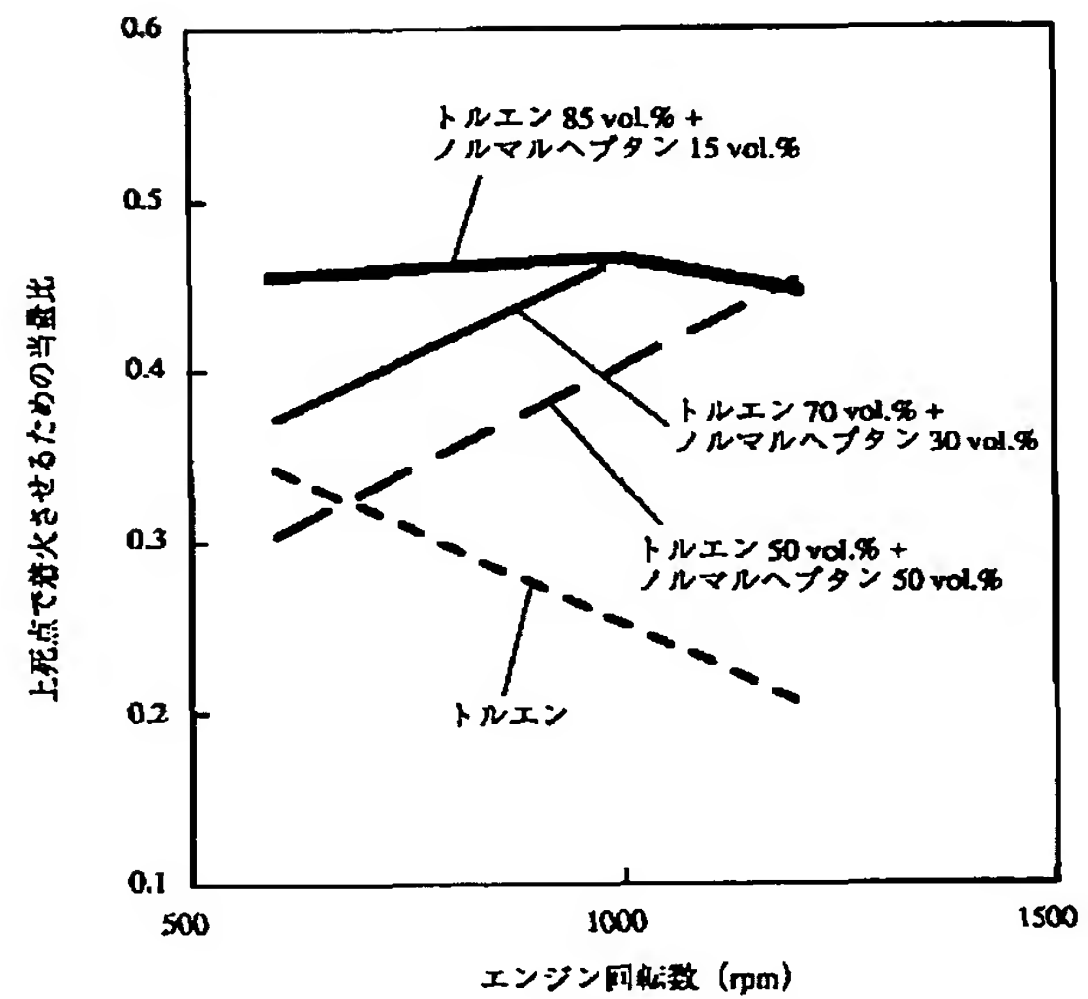
【図4】



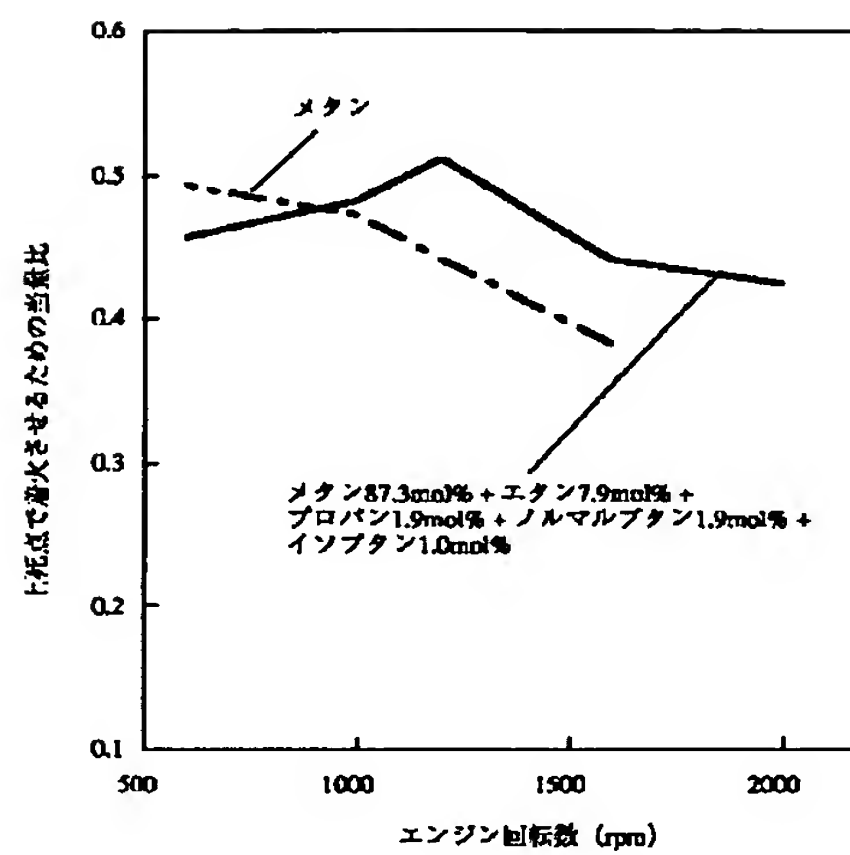
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 哲
愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41番
地の1 株式会社豊田中央研究所内

Fターム(参考) 3G092 AA02 AB07 AB08 AB12 BB20
EA07 FA15 HC03Z HE01Z